

Optimasi Proses Presipitasi Disprosium-164 dan Itrium-89 dari *Coal Fly Ash* sebagai Alternatif Bahan Baku Logam Tanah Jarang untuk Aplikasi Teknologi Nuklir

Maulana Istar
21/479767/TK/52933

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 9 Juli 2025
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Disprosium-164 dan itrimum-89 merupakan bagian dari unsur logam tanah jarang (LTJ) yang memiliki peran penting dalam meningkatkan performa material, khususnya aplikasi teknologi nuklir seperti untuk batang kendali reaktor, moderator, dan sistem high temperature electrolysis. Permintaan LTJ terus mengalami peningkatan sebesar 5,3% setiap tahun, namun tidak diimbangi dengan ketersediaan bahan baku yang mencukupi. Recovery LTJ dari alternatif bahan baku coal fly ash (CFA) hingga proses presipitasi masih jarang dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi pengaruh variabel suhu dan waktu presipitasi disprosium-164 dan itrimum-89 dari material CFA PLTU Cirebon menggunakan reaktan Na_2SO_4 .

Metode yang digunakan adalah metode penelitian kimia melalui proses pengayakan CFA menjadi ukuran kurang dari $44 \mu\text{m}$, digesti menggunakan NaOH 10 M, leaching menggunakan HCl 3M, presipitasi major element menggunakan CaCO_3 10% dan presipitasi LTJ menggunakan Na_2SO_4 . Pada proses presipitasi LTJ, dilakukan optimasi variabel suhu (50°C hingga 70°C) dan variabel waktu (60 menit hingga 120 menit) menggunakan central composite design response surface methodology (CCD RSM).

Kondisi optimal presipitasi disprosium-164 dan itrimum-89 diperoleh pada suhu 74°C dan waktu reaksi selama 132,5 menit. Kedua variabel secara bersama-sama berpengaruh terhadap efisiensi presipitasi disprosium-164 dan itrimum-89. Semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu reaksi dapat meningkatkan efisiensi disprosium-164 dan itrimum-89. Pada kondisi optimal efisiensi presipitasi disprosium-164 mencapai 58,45% dan efisiensi presipitasi itrimum-89 mencapai 60,83%.

Kata Kunci: *coal fly ash*, disprosium-164, itrimum-89, suhu, waktu.

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Widya Rosita, S.T., M.T., IPU.
Pembimbing Pendamping : Dr.-Ing. Ir. Kusnanto



Optimization of Precipitation Process of Dysprosium-164 and Yttrium-89 from Coal Fly Ash as an Alternative Rare Earth Elements Raw Material for Nuclear Technology Applications

Maulana Istar
21/479767/TK/52933

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on July 9, 2024
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of Bachelor of
Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

Dysprosium-164 and yttrium-89 are part of rare earth elements (REE) that have an important role in improving material performance, especially nuclear technology applications such as for reactor control rods, moderators, and high temperature electrolysis systems. The demand for REE continues to increase by 5.3% every year, but is not matched by the availability of sufficient raw materials. Recovery of REE from coal fly ash (CFA) raw materials alternative to the precipitation process is still rarely done. Therefore, this study aims to optimize the effect of temperature and time variables on the precipitation of dysprosium-164 and yttrium-89 from CFA PLTU Cirebon material using Na_2SO_4 reactant.

The method used is a chemical research method through the process of sieving CFA into sizes less than $44\ \mu\text{m}$, digestion using 10M NaOH, leaching using 3 M HCl, precipitation of major elements using 10% CaCO_3 and LTJ precipitation using Na_2SO_4 . In the LTJ precipitation process, the temperature variable (50°C to 70°C) and time variable (60 minutes to 120 minutes) were optimized using central composite design response surface methodology (CCD RSM).

The optimal conditions for the precipitation of dysprosium-164 and yttrium-89 were obtained at 74°C and a reaction time of 132.5 minutes. Both variables jointly affect the precipitation efficiency of dysprosium-164 and yttrium-89. The higher the temperature and the longer the reaction time can increase the efficiency of dysprosium-164 and yttrium-89. Under optimal conditions, the precipitation efficiency of dysprosium-164 reached 58.45% and the precipitation efficiency of yttrium-89 reached 60.83%.

Keywords: coal fly ash, dysprosium, yttrium, temperature, time.

Supervisor : Dr. Ir. Widya Rosita, S.T., M.T., IPU.
Co-supervisor : Dr.-Ing. Ir. Kusnanto

